



higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T430 (A)(A13)T

NASIONALE SERTIFIKAAT BEHEERSTELSELS N6

(8080016)

**13 April 2018 (X-Vraestel)
09:00–12:00**

VEREISTES: 3-siklus semi-logaritmiëse grafiekblad

Hierdie vraestel bestaan uit 8 bladsye, 1 diagramblad, 2 formuleblaaie en Nichols-grafiek van 2 bladsye en 'n Laplace-transformtabel ('transform table') van 3 bladsye.

**DEPARTEMENT HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA**

**NASIONALE SERTIFIKAAT
BEHEERSTELSELS N6**

TYD: 3 UUR

PUNTE: 100

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord AL die vrae.
 2. Lees AL die vrae deeglik deur.
 3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
 4. Netjies, benoemde baandiagramme moet slegs gebruik word in die verduideliking van antwoorde waar dit gevra word.
 5. Gebruik slegs BLOU of SWART ink.
 6. Gebruik tekentoerusting en potlood vir ALLE sketse en diagramme.
 7. Skryf netjies en leesbaar.
-

VRAAG 1

Kies 'n term uit KOLOM B om by 'n beskrywing in KOLOM A te pas. Skryf slegs die letter (A–J) langs die vraagnommer (1.1–1.10) in die ANTWOORDBOEK neer.

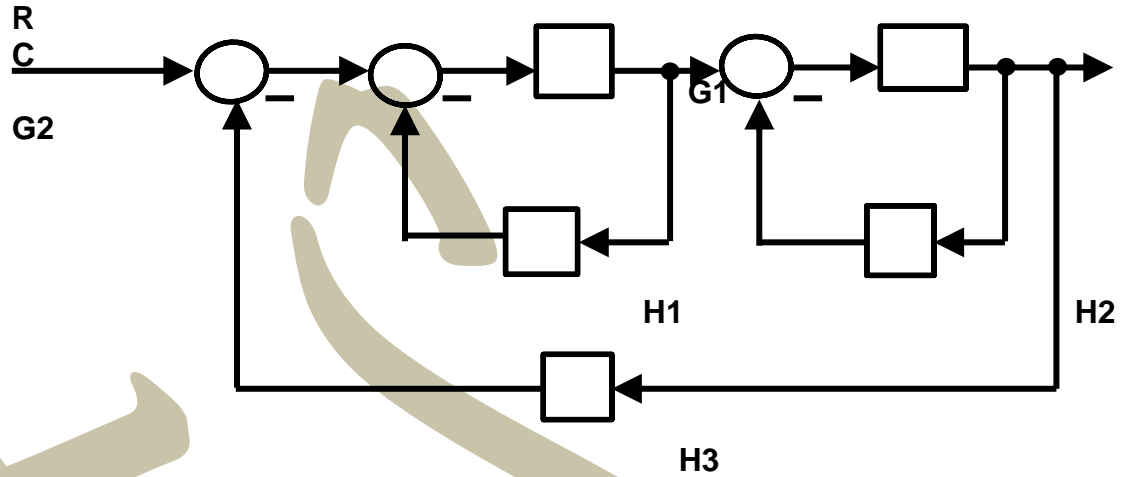
KOLOM A		KOLOM B	
1.1	'n Beheerstelsel wat drukvaste ('pressurised') vloeistof gebruik om krag deur te stuur ('transmit') en te beheer	A	verbyskiet ('overshoot')
1.2	Verander een vorm van energie na 'n ander	B	elektro-optiese beheerstelsel
1.3	'n Beheerstelsel wat in rus sal bly, tensy dit deur 'n veranderde, gemanipuleerde veranderlike ontwikkel word	C	hoeksnelheid
1.4	Word gebruik om aan prestasiespesifikasies vir terugvoeringbeheerstelsels te voldoen	D	absolute beheerstelsel
1.5	Die maksimum verskil tussen die oorgangsresponsie en die bestendigestaatoplossing	E	oordraer ('transducer')???
1.6	Responsosiliasies sterf nie uit ('die out') nie, maar bly op 'n konstante vlak	F	hidroliese beheerstelsel
1.7	'n Beheerstelsel wat bestaan uit elektroniese kringwerk wat minstens een kommunikasieroete as ligte strale ('rays') gebruik	G	pneumatiek
1.8	'n Beheerstelsel wat binne spesifieke beheerde perke werk	H	kompensasie-/vereffeningsnetwerke ('compensation')
1.9	Die maatstaf ('rate') waarteen 'n hoek verander	I	relatiewe stabiliteit
1.10	Krag oorgedra ('transmit') en beheer deur die gebruik van drukvaste ('pressurised') air	J	bestendigestaat-akkurate stelsel

(10 × 1)

[10]

VRAAG 2

Bepaal met die hulp van blokdiagram-algebraherleiding die beheerverhouding ('ratio') vir die blokdiagram in FIGUUR 1 hier onder.



FIGUUR 1

[10]

[1

VRAAG 3

DIAGRAMBLAD 1 (aangeheg) illustreer 'n puntsgewyse Bode-grafiek ('chart') van die wins- ('gain') en fasewaardes van 'n stelsel soos die frekwensie wissel van 1 tot 1 000 radiale per sekonde.

Bepaal die volgende uit die grafiek:

- | | | |
|-----|---|-----|
| 3.1 | Die topwinswaarde ('peak gain value') | (1) |
| 3.2 | Die fasewaarde by 'n frekwensie van 250rad/s | (1) |
| 3.3 | Die frekwensie by die topwinswaarde ('peak gain value') | (1) |
| 3.4 | Die winsafgrensing ('gain cut-off') tussen 10rad/s en 100 rad/sek | (1) |
| 3.5 | Die winswisselfrekwensie ('gain crossover frequency') | (1) |
| 3.6 | Die fasewisselfrekwensie | (1) |
| 3.7 | Die winsspelning ('gain margin') | (1) |
| 3.8 | Die fasespelning | (1) |
| 3.9 | Die stabiliteit van die stelsel ten opsigte van die wins- en faseresponse | (2) |

[10]

VRAAG 4

- 4.1 Teken die wins- en fasewaardes vir 'n 'open-loop' beheerstelsels op 'n Nichols-grafiek ('chart') deur die data in die tabel te gebruik.

$\omega(\text{rad/s})$	Grootte ('Magnitude') in dB	Fase in grade
0,1	28,6	-96,5°
0,3	20,2	-103°
0,7	11,0	-124,4°
1,0	2,33	-149,4°
1,6	-2,56	-170,5°
2,3	-9,67	-184,7°
3,5	-18,46	-210°

(6)

- 4.2 Gebruik die Nicholsgrafiek ('chart') om die volgende te bepaal:

4.2.1 Die winsspelning ('gain margin')

4.2.2 Die fasespelning

(2 × 1)

(2)

- 4.3 Bepaal uit die Nichols-grafiek ('chart') die bykomende wins verkry in dB en deur watter faktor die winskonstante verander moet word om 'n winsspelning van 10dB te gee.

(2)

[10]**VRAAG 5**

'n 'open-loop' oordragfunksie vir 'n wortellokus ('root locus') word aangedui as:

$$G(s)H(s) = \frac{2K_o(s+4)}{s(s+2)(s+8)}$$

Gebruik die gegewe oordragfunksie om die volgende te bepaal:

- 5.1 Die 'open-loop' pole en die zero's
- 5.2 Breek sommige van die lokusse ('loci') weg? Verduidelik.
- 5.3 Die middelpunt ('centre') van asimptote
- 5.4 Die asimptotiese hoeke
- 5.5 Die stabiliteit van die stelsel

(5 × 2)

[10]

VRAAG 6

6.1 Die oordragfunksies van 'n beheerstelsel word aangedui as:

$$\frac{\omega_n^2}{s^2 + 4\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

Die toevoerfunksie ('input function') word gegee as: $T_A = 10 \sin 4t$

Gebruik die Laplace-'transform'tabelle:

6.1.1 Bepaal die Laplace-'transform' van die toevoer (T_A). (2)

6.1.2 Skryf die uitdrukking vir afvoerresponsie ten opsigte van 's'. (3)

6.2 Druk die gegewe funksie uit ten opsigte van die gelykwaardige Laplace-transformasie:

$$f(x) = 2 \frac{dx}{dt} - 7x \quad (2)$$

6.3 Verander die gegewe transformasiefunksie na 'n funksie van tyd:

$$F(s) = \frac{100}{s(s+4)(s+5)} \quad (3)$$

[10]

VRAAG 7

7.1 Noem die hoof funksie van 'n omsetter ('transducer'). (2)

7.2 Noem twee tipe foto-elektriese omsetters ('transducers'). (2)

7.3 Noem die TWEE voorwaardes waaraan 'n gelykrichter ('rectifier') moet voldoen om die wisselstroomteken na gelykstroomteken te verander. (2)

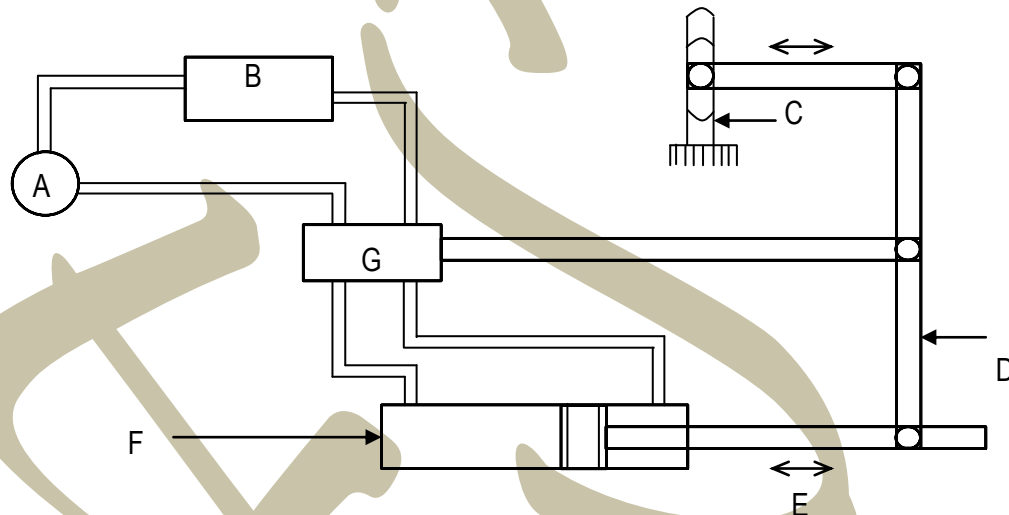
7.4 Noem TWEE nadele van potensiometers. (2)

7.5 Gee TWEE praktiese toepassings van 'n elektroniese selfbalanseringspotensiometer. (2)

[10]

VRAAG 8

- 8.1 Noem die DRIE hoofontwerpvoorwiegings by die ontwerp van 'n hidroliese stelsel. (3)
- 8.2 FIGUUR 2 hier onder toon 'n diagram van 'n eenvoudige servomeganisme met meganiese terugvoer ('feedback'). Bestudeer die diagram en identifiseer die dele benoem A–G. Skryf slegs die antwoord langs die letter (A–G) in die ANTWOORDBOEK neer.



FIGUUR 2

(7)
[10]**VRAAG 9**

- 9.1 Noem TWEE nadele van die gebruik van integrale beheer in pneumatiese stelsels. (2)
- 9.2 Noem VYF voordele van die gebruik van pneumatiese stelsels. (5)
- 9.3 Wat is die doel daarvan om 'n afgeleide reguleerder ('controller') in 'n proporsioneel beheerde pneumatiese stelsel in te voer? (2)
- 9.4 Verduidelik die term *swewing* ('*hunting*') met betrekking tot proporsionele beheer. (1)

[10]

VRAAG 10

- 10.1 Die sine-golf is een van golfvorms wat die algemeenste in seinontwikkeling gebruik word.
Noem DRIE ander tipe golfvorms. (3)
- 10.2 Hoe verskil die skerm ('display') van 'n analoogmeter van dié van 'n katodestraaloscilloskoop? (2)

10.3 Noem DIRE voordele van sine-golwe in seinontwikkeling. (3)

10.4 Die saagtandgolf word op groot skaal in elektronika gebruik.

Noem TWEE toepassings van hierdie tipe golfvorm. (2)
[10]

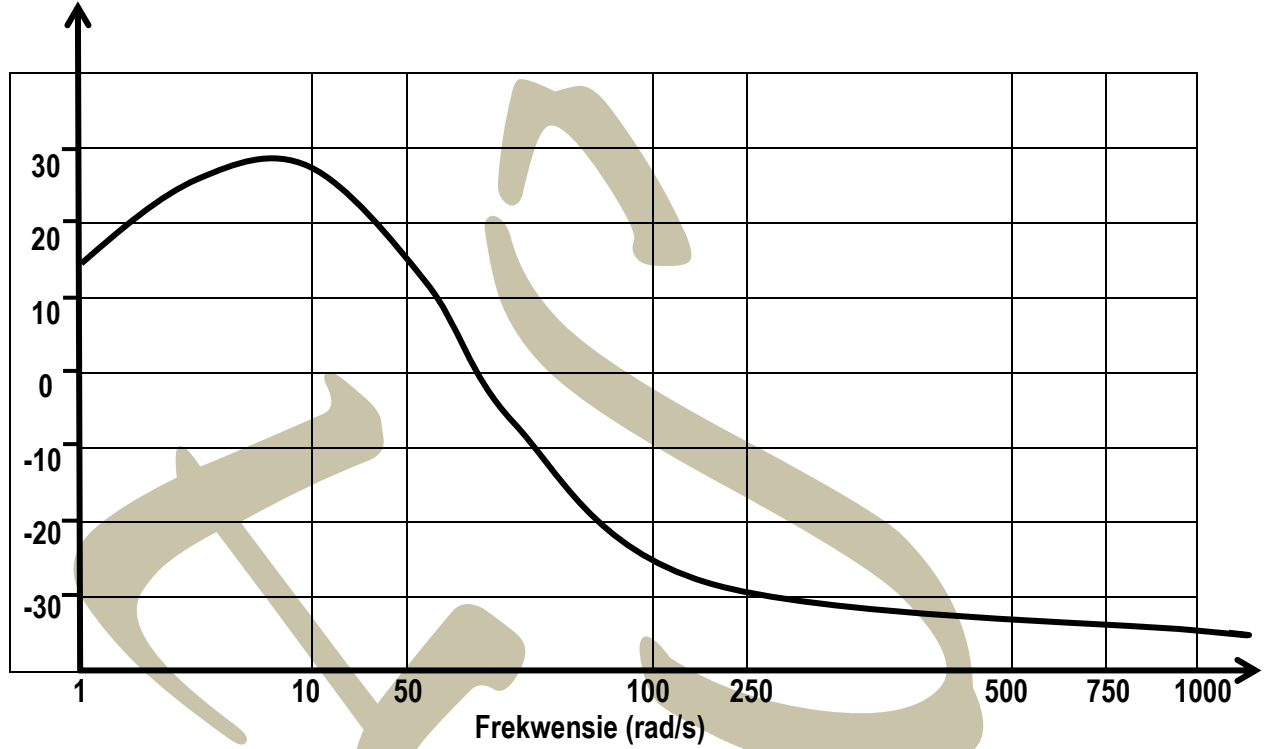
TOTAAL: 100



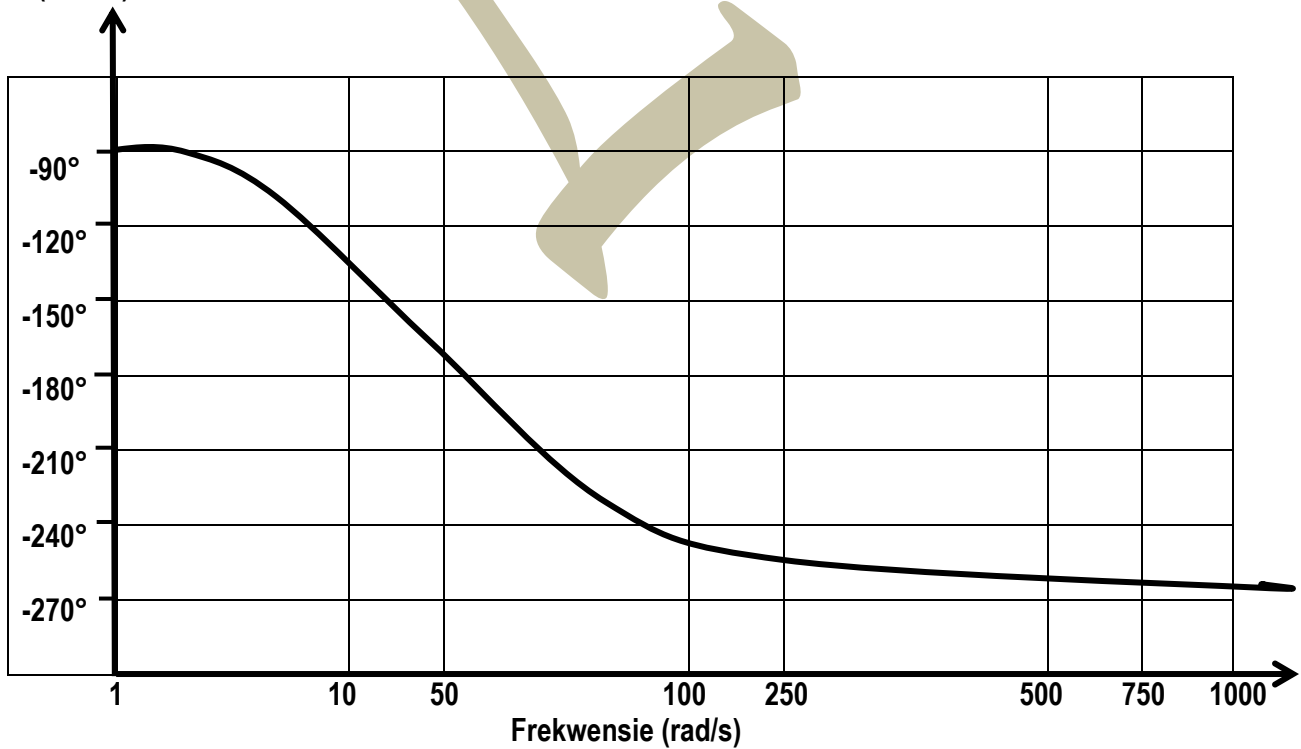
DIAGRAMBLAD 1

VRAAG 3

Wins (dB)



Fase (Grade)



BEHEERSTELSELS N6

FORMULEBLAD

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 2\pi f \quad t_p = \frac{1}{f}$$

$$\text{Number of oscillations} \quad \frac{t_s}{t_p} \quad \text{or / of} \quad \frac{2\sqrt{1 - \zeta^2}}{\pi \cdot \zeta}$$

$$\text{Damping coefficient } (\alpha) = \zeta \cdot \omega_n = \frac{1}{\pi} \tau$$

$$\text{Overshoot} = e^{\frac{-\zeta \pi N}{\sqrt{1 - \zeta^2}}}$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \right] + \pi \text{ rad}$$

$$\text{Amplitude} = \varphi \left[1 + e^{\frac{-\zeta \pi N}{\sqrt{1 - \zeta^2}}} \right]$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_o}{\tau}} \quad \tau + \frac{t_s}{4} = \frac{1}{\zeta \cdot \omega_n}$$

$$\omega_p = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2}$$

$$\omega_b = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2 + \sqrt{2 - 4\zeta^2 + 4\zeta^4}}$$

$$\frac{c}{R} = \frac{G}{1 \pm GH}$$

$$S_c = \frac{\sum P - \sum Z}{NP - NZ}$$

$$\zeta = \cos \varphi$$

$$\Psi = \frac{(2K_o + 1)180^\circ}{NP - NZ}$$

$$K_o = \frac{\Delta P_1 \cdot \Delta P_{2, \dots}}{\Delta Z_1 \cdot \Delta Z_{2, \dots}}$$

VERSTERKERS

BODE- EN NICHOLS-GRAFIEKE

$$V_o = -V_i \frac{R_f}{R_1}$$

$$Gain = 20 \log \left[\frac{output}{input} \right] db$$

$$V_o = V_i \left[\frac{R_f}{R_1} \right]$$

$$V_o = -R_f \left[\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_N}{R_N} \right]$$

$$Phase = \sin^{-1} \left[\frac{phase\ shift}{input} \right] - 180^\circ$$

$$V_o = -\frac{1}{RC} \int V_i(t) dt + V_c$$

$$V_o = -RC \frac{dV_i(t)}{dt}$$

$$i_e = \frac{V_e}{R_e}$$

$$R_c = \frac{V_c}{i_c}$$

$$gmR_L = \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot R_L$$

$$t = \frac{1}{f}$$

$$\tau = R \cdot C$$

LAPLACE-TRANSFORMTABEL

No	F(s)	f(t)
1.	1	$\delta(t)$
2.	$\frac{A}{s}$	$A(t)$ $\{0 \ t < 0\}$ $\{A \ t \geq 0\}$
3.	$\frac{1}{s}$	$U(t)$ $\{0 \ t < 0\}$ $\{1 \ t \geq 0\}$
4.	$\frac{A}{s^2}$	At
5.	$\frac{2A}{s^3}$	At^3
6.	$\frac{A_\omega}{s^2 + \omega^2}$	$A \sin \omega t$
7.	$\frac{A_s}{s^2 + \omega^2}$	$A \cos \omega t$
8(a).	$\frac{A}{\tau s + 1}$	$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$
8(b).	$\frac{A}{s + a}$	Ae^{-at}
9(a).	$\frac{A}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$\frac{A}{\tau_1 - \tau_2} \left[e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]$
9(b).	$\frac{A}{(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{(b - a)} [e^{-at} - e^{-bt}]$
10(a).	$\frac{A}{(\tau_s + 1)^2}$	$\frac{At}{\tau^2} \left[e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$
10(b).	$\frac{A}{(s + a)^2}$	Ate^{-at}
11.	$\frac{A\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$	$\frac{A\omega_n e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t)$
12(a).	$\frac{A}{s(\tau s + 1)}$	$A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
12(b).	$\frac{A}{s(s + a)}$	$\frac{A}{a}(1 - e^{-at})$
13(a).	$\frac{A}{s^2(\tau s + 1)}$	$A\tau \left[e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{t}{\tau} - 1 \right]$
13(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)}$	$\frac{A}{a^2} (e^{-at} + at - 1)$

14(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)}$	$\frac{A\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2} e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ waar $\Psi = \tan^{-1}\omega\tau$ ($0 < \Psi < \pi$)
14(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)}$	$\frac{A\omega e^{-at}}{(\omega^2 + a^2)} + \frac{A}{\sqrt{\omega^2 + a^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ waar $\Psi = \tan^{-1}\frac{\omega}{a}$ ($0 < \Psi < \pi$)
15(a).	$\frac{A}{s(\tau_1 s + a)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[1 + \frac{\tau_1 e^{\frac{-t}{\tau_1}} - \tau_2 e^{\frac{-t}{\tau_2}}}{\tau_1 - \tau_2} \right]$
15(b).	$\frac{A}{s(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{ab} \left[1 + \frac{ae^{-bt} - be^{-at}}{b - a} \right]$
16(a).	$\frac{A}{s(\tau + a)^2}$	$A \left[1 - \frac{(\tau + t)}{\tau} e^{\frac{-t}{\tau}} \right]$
16(b).	$\frac{A}{s(s + 1)^2}$	$\frac{A}{a^2} [1 - (1 + at)e^{-at}]$
17.	$\frac{A\omega_n^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[1 + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ waar $\Psi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta}$ ($0 < \Psi < \pi$)
18(a).	$\frac{A}{s^2(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[t - \tau_1 - \tau_2 - \frac{\tau_2^2 e^{\frac{-t}{\tau_2}} - \tau_1^2 e^{\frac{-t}{\tau_1}}}{\tau_1 - \tau_2} \right]$
18(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{ab} \left[t - \frac{a + b}{ab} - \frac{\frac{b}{a} e^{-bt} - \frac{a}{b} e^{-at}}{b - a} \right]$
19(a).	$\frac{A}{s^2(\tau s + 1)^2}$	$A \left[t - 2\tau + (t + 2\tau)e^{\frac{-t}{\tau}} \right]$
19(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)^2}$	$\frac{A}{a^2} \left[t - \frac{2}{a} + \left(t + \frac{2}{a}\right) e^{-at} \right]$
20.	$\frac{A\omega_n^2}{s^2(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[\tau - \frac{2\zeta}{\omega_n} + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ waar $\Psi = 2 \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta}$ ($0 < \Psi < \pi$)

21(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[\frac{\tau_1^2 \omega e^{\frac{-t}{\tau_1}}}{(\tau_1 - \tau_2)(1 + \omega^2 \tau_1^2)} + \frac{\tau_2^2 \omega e^{\frac{-t}{\tau_2}}}{(\tau_1 - \tau_2)(1 + \omega^2 \tau_2^2)} \right] + \frac{\sin(\omega t)}{(1 + \omega^2 \tau^2)}$ <p style="text-align: center;">waar</p> $\Psi = \tan^{-1} \omega \tau_1 + \tan^{-1} \omega \tau_2$	
21(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)(s + b)}$	$A \left[\frac{\omega e^{-at}}{(b - a)(\omega^2 + a^2)} + \frac{\omega e^{-bt}}{(a - b)(\omega^2 + b^2)} \right] + \frac{\sin(\omega t - \Psi)}{(\omega^2 + a^2)(\omega^2 + b^2)}$ <p style="text-align: center;">waar</p> $\Psi = \tan^{-1} \frac{\omega(a+b)}{ab - \omega^2} \quad (0 < \Psi < \pi)$	
22(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)^2}$	$\frac{A}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\frac{\omega t + 2\omega \tau e^{\frac{-t}{\tau}}}{1 + \omega^2 \tau^2} + \sin(\omega t - \Psi) \right]$ <p style="text-align: center;">waar</p> $\Psi = 2 \tan^{-1} \omega \tau$	
22(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)^2}$	$\frac{A}{\omega^2 + a^2} \left[\frac{a\omega(at + 2)e^{-at}}{\omega^2 + a^2} + \sin(\omega t - \Psi) \right]$	
23.	$\frac{A\omega\omega_n^2}{(s^2 + \omega^2)(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$\frac{A\omega\omega_n^2}{[(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\zeta^2\omega^2\omega_n^2]^{\frac{1}{2}}}$ $\left[\sin(\omega t - \Psi) + \frac{\omega e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t - \Psi_2)}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \right]$ <p style="text-align: center;">waar</p> $\Psi_1 = \tan^{-1} \left[\frac{2\zeta\omega\omega_n}{\omega_n^2 + \omega^2} \right] \quad (0 < \Psi_1 < \pi)$ <p style="text-align: center;">en</p> $\Psi_2 = \tan^{-1} - \frac{2\zeta\omega_n^2 \sqrt{1 - \zeta^2}}{\omega^2 - \omega_n^2 (1 - 2\zeta^2)} \quad (0 < \Psi_2 < \pi)$	

